

**WEST**

Generate Collection

L4: Entry 14 of 15

File: DWPI

Nov 16, 1979

DERWENT-ACC-NO: 1980-00620C

DERWENT-WEEK: 198001

COPYRIGHT 2000 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Luminescent device with stable light emission - has graded layer e.g. of gallium arsenic phosphide formed on n-type gallium phosphide or arsenide substrate

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

CODE

MATSUSHITA ELEC IND CO LTD

MATU

PRIORITY-DATA:

1978JP-0055909

May 10, 1978

PATENT-FAMILY:

PUB-NO

PUB-DATE

LANGUAGE

PAGES

MAIN-IPC

JP 54146984 A

November 16, 1979

N/A

000

N/A

INT-CL (IPC): H01L 33/00; H01S 3/18

ABSTRACTED-PUB-NO: JP54146984A

BASIC-ABSTRACT:

The luminescent device comprises a GaP or GaAs substrate of n-type, a graded layer formed on the substrate, a n-type clad layer formed on the graded layer, an active layer of GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> formed on the n-type clad layer, a p-type clad layer formed on the p-type clad layer and on the substrate.

Light emission of the device is effectively stabilised because of the presence of the graded layer. In an example, the graded layer of is approx 20  $\mu$ m. thickness formed on the GaAs substrate consists of n-type GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>, where x is changed linearly from 0-0.4 in the direction of thickness. The n-type clad layer of 200  $\mu$ m. thickness consists of GaAs 0.6 P 0.4. The p-type clad layer consists of GaAs<sub>0.7</sub>P<sub>0.3</sub>. The electrodes consists of Au-Ge (10%) and Au-Be (1%).

ABSTRACTED-PUB-NO: JP54146984A

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

DERWENT-CLASS: L03 U12 V08

CPI-CODES: L03-D04B;

⑪Int. Cl.<sup>2</sup>  
H 01 L 33/00  
H 01 S 3/18

識別記号 ⑬日本分類  
99(5) J 4

庁内整理番号 ⑭公開 昭和54年(1979)11月16日  
7377-5F  
7377-5F

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭発光装置

⑮特 願 昭53-55909  
⑯出 願 昭53(1978)5月10日  
⑰発 明 者 赤崎勇  
川崎市多摩区生田4896番地 松  
下技研株式会社内  
同 橋本雅文

⑱発 明 者 大島正晃  
川崎市多摩区生田4896番地 松  
下技研株式会社内  
⑲出 願 人 松下電器産業株式会社  
門真市大字門真1006番地  
⑳代 理 人 弁理士 中尾敏男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

発光装置

2. 特許請求の範囲

- (1) n型Ⅲ-V族化合物半導体から成る基板の一平面上にグレード層を形成し、このグレード層上に $GaAs_{1-x}P_x$ による活性層およびp型クラッド層を順に形成し、上記基板の他面およびp型クラッド層上にオーミック電極を形成したことを特徴とする発光装置。
- (2) 基板がGaAsであり、活性層におけるxの範囲が $0.2 < x \leq 0.4$ である特許請求の範囲第1項記載の発光装置。
- (3) 基板がGaPであり、活性層におけるxの範囲が $0.4 < x < 0.9$ である特許請求の範囲第1項記載の発光装置。
- (4) グレード層と活性層の間にn型クラッド層を有する特許請求の範囲第1項記載の発光装置。
- (5) クラッド層のエネルギーギャップを活性層のエネルギーギャップより100meV以上大きくした

特許請求の範囲第1項記載の発光装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は赤色～橙色の可視光を発し、半導体レーザまたは高出力発光ダイオードとして使用される発光装置に関する。

第1図は典型的な半導体レーザの構造図で、二重ヘテロ接合を有するものを示している。例えば活性層5がGaAs又は $Al_xGa_{1-x}As$ の場合を例にとりて説明すると、n型GaAs基板2の上に、n型の $Al_yGa_{1-y}As$ 層3をエピタキシャル成長させ、さらに、n型 $Al_zGa_{1-z}As$ 層4をエピタキシャル成長させ、次にp型又はノンドープのGaAs又は $Al_zGa_{1-z}As$ 層6を、そして、再びp型 $Al_zGa_{1-z}As$ 層6を成長させる。この場合、一般に $1 > x > 0$ である。 $Al_yGa_{1-y}As$ 層3の役割は、GaAs基板2と $Al_zGa_{1-z}As$ 層4との格子定数の差および熱膨張係数の差による歪を緩和するためのものであり、このために $0 < y < z$ であり、しかもこの範囲内で $Al_yGa_{1-y}As$ 層3の中でyが成長方向に増大する様に濃度勾配が

作られている。

1および7はそれぞれn-GaAs基板2およびp型 $Al_xGa_{1-x}As$ 層6に対するオーム性電極である。電極7を正、電極1を負としてこの間に2〜3V程度の電圧を印加した時、活性層6から、その組成や不純物で決まる波長の発光が認められる。

これが、いわゆるダブルヘテロ接合構造とよばれる半導体レーザの構造で、従来は上記例にある様に活性層6はGaAsで、発光波長は0.8〜0.9μmの赤外光である。活性層6においてAlの濃度xを増すと(クラッド層4および6のAlの割合γはxより大)発光波長は短波長側へシフトするが、Alの添加量が増大すると結晶の歪が増し、又酸化しやすくなるため、特性の劣化、寿命が短くなるなどの問題のため、現在のところxの上限はパルス発振の場合でも0.35程度である。室温連続動作はさらに困難で波長の限界は750nm程度である。可視光レーザを実現するもう一つの例は $In_xGa_{1-x}As_yP_{1-y}$ 四元系によるものである。第2図に示す例では、n-GaAs基板11

上に、組成が連続的に変化するような型

$GaAs_{1-y}Py$  ( $y=0\sim0.3$ ) グレード層1,2を設け、さらに厚いn型 $GaAs_{1-y}Py$ 層13を気相エビタキシャル法で作製する。

この上に、厚さ約2μmのSeドープn型の

$In_{0.34}Ga_{0.66}As_{0.01}P_{0.99}$ 層14を設け、n側のクラッド層とする。さらに通常はノンドープの1μm程度或いはそれ以下の $In_{0.23}Ga_{0.77}As_{0.21}P_{0.79}$ の活性層15をつけ、さらにZnドープのp型 $In_{0.34}Ga_{0.66}As_{0.01}P_{0.99}$ 層16でクラッドする。この場合p型層16およびn型クラッド層14は共に活性層15よりエネルギーギャップは大きく(いわゆるヘテロ接合)、且つ光の屈折率は小さいのでいわゆるクラッドの役割を果たす。しかもこれらの各層14,15,16は格子定数がほぼ等しく、歪が残らない。 $GaAs_{1-y}Py$ 層13の組成はこれら各層14,15,16と格子定数が等しくなるように選ばれる。この場合γ=0.3である。層13の格子定数および熱膨張係数はGaAs基板11のそれと異なるので、両者の中間の組成をも

つクレード層12を挟むことにより歪を緩和する方法が用いられる。電極17および18はそれぞれ、n型基板11およびp型クラッド層16に対するオーム性電極で、この間に2.5〜3V程度の電圧を図示のように印加すれば、活性層15のバンドギャップエネルギーとそこに含まれる不純物の単位で決まるエネルギーの発光が得られる。

この構造においては、Alを含まないので、結晶性の劣化が起りにくという点で、第1図のものに比べて優れているが、GaAs P層12および13は気相エビタキシャル法で、又、 $InGaAs$  P層14,15および16は液相法で作らねばならず、厄介である。又、四元系は三元系に比して、取扱いがより困難、煩雑である。

以上の点にかんがみ、本発明は三元系ですべて気相エビタキシャル法で作成でき、可視光レーザ或は発光ダイオードとして好適な発光装置を提供する。

以下、本発明の一実施例を説明する。第3図aは構造を示す断面図である。21はn型GaAsを

用いた基板で、その上にグレード層22を介して $GaAs_{1-x}Px$ 層によるクラッド層23、活性層24およびp型クラッド層25の3層を気相エビタキシャル法で作る。この場合、Pのモル分率xは活性層24において $0.2 < x \leq 0.4$ とし、他の層はb図に示すように制御すればよい。このとき各層のエネルギーギャップ $E_g$ の変化も大体同じ傾向になる。なお、n型およびp型クラッド層23,25のエネルギーギャップを活性層24のエネルギーギャップより100meV以上大きくとることが好ましい。また、光の屈折率nは逆に第3図c図のようになる。基板21、グレード層22およびGaAs P層23はSe又はTeなどのドープによりn型に、一方、GaAs P層25はZnのドープ又は拡散でp型にし、活性層24は通常ノンドープであるが、p型でもn型でもよい。こうして、p側オーム性電極26に正、n側オーム性電極27に負の電圧(大体2.5V程度)を印加すれば活性層24から発光が得られるが、一例として、xの値として、活性層24は0.3、GaAs P層25および23

は0.4とし、グレード層22は通常のエピタキシャル法のようにグレードにすれば、 $\text{GaAs}_{0.7}\text{P}_{0.3}$ のバンドエネルギー1.77 eVに相当する約7000Åの発光をうる。

同様に活性層24におけるxの値を0.4とすれば約6500Åのオレンジ光を得ることが出来る。

この構造は発光ダイオードのみならず、半導体レーザとしても活用できることは明らかである。また、 $\text{GaAs}$ 層23, 24, 25に原子状Nをドープすれば、さらに発光効率の向上をはかることが出来るだけでなく、活性層24のxの値が0.4 < x < 0.9である、いわゆる $\Gamma$ -遷移領域の材料でも発光ダイオードは勿論のこと、レーザ発振を実現出来る。なお、この場合は、クラッド層23および25のxが0.4より大きくなるので、基板21としてはn型 $\text{GaAs}$ の代りにn型 $\text{GaP}$ を使用する方が实际的である。この場合の構造、xおよびnの変化を第4図a, b, cにそれぞれ示す。31~37は第3図21~27に対応し、 $\text{GaAs}$ 層33~35のxの値は上述のように0.4より

大となっている。31は $\text{GaP}$ 基板である。第3図の実施例より短波長の発光を得ることが出来る。

以下具体的に実施例を説明する。

#### 〈実施例1〉

第3図(a)において、100面を有するn型 $\text{GaAs}$ 基板21上に、 $\text{Ga}-\text{AsH}_3-\text{PH}_3-\text{HCl}-\text{H}_2$ 系の気相成長法により、 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$ のxが基板21から成長方向にx=0から0.4までほぼ直線的にxが変化するn型 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$ のグレード層22を20~50μm程形成した。次にグレード層22上にSe又はTeをドープした $n \approx 10^{17} \sim 10^{18}$ のn型 $\text{GaAs}_{0.4}\text{P}_{0.6}$ のクラッド層23を2~5μm、さらに上記クラッド層23上にZnドープを $p = 10^{16} \sim 10^{17} \text{cm}^{-3}$ のp型 $\text{GaAs}_{0.7}\text{P}_{0.3}$ の活性層24を0.2~2μm、さらに上記活性層24上にZnドープ、 $p = 10^{18} \text{cm}^{-3}$ のp型 $\text{GaAs}_{0.4}\text{P}_{0.6}$ のクラッド層25を順次上記気相成長法によって形成した。次に基板21とクラッド層25の露出表面にそれぞれAu-Ge(10%)とAu-Be(1%)のオーミック電極27, 26を形成

した。電極形成後、適当な寸法に切断分離し、オーミック電極26と27に順方向バイアスを印加することによって活性層24において約7000Åの赤色発光がえられた。

#### 〈実施例2〉

第4図(a)において、100面を有するn型 $\text{GaP}$ 基板31上に、 $\text{Ga}-\text{AsH}_3-\text{PH}_3-\text{HCl}-\text{H}_2$ 系の気相成長法により、 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$ のxが基板31から成長方向にx=1から0.6までほぼ直線的にxが変化するn型 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$ のグレード層32を20~50μm程形成した。次にグレード層32上にSeまたはTeをドープした $n \approx 10^{17} \sim 10^{18} \text{cm}^{-3}$ のn型 $\text{GaAs}_{0.4}\text{P}_{0.6}$ のクラッド層33を2~5μm、さらに上記クラッド層33上にZnドープ $p \approx 10^{16} \sim 10^{17} \text{cm}^{-3}$ のp型 $\text{GaAs}_{0.4}\text{P}_{0.6}$ の活性層34を0.2~2μm、さらに上記活性層34上にZnドープ $p \approx 10^{18} \text{cm}^{-3}$ のp型 $\text{GaAs}_{0.4}\text{P}_{0.6}$ のクラッド層35を順次上記気相成長法によって形成した。次に基板31と、クラッド層35の露出表面にそれぞれAu-Si(1%)とAu-Be

(1%)のオーミック電極37, 36を形成した。

電極形成後、適当な寸法に切断分離しオーミック電極36と37に順方向バイアスを印加することによって活性層34で約6500Åのオレンジ色発光が得られた。

これらは、何れも通常のエピタキシャル法で作ることが出来るが、必要に応じて分子線またはイオンビームエピタキシャル法で作り得ることは勿論である。

また、第3図、第4図におけるn型クラッド層23, 33を省略してもよい。

以上のように、本発明は $\text{GaAs}$ または $\text{GaP}$ 基板上にグレード層を介して $\text{GaAsP}$ から成るn型クラッド層(これは省略することもできる)、活性層およびp型クラッド層を形成し、両端面にオーミック電極を形成した発光装置で、三元系であり、しかも気相成長法で作成することができるため製造が容易であり可視光の明光を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

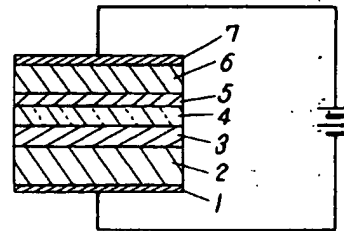
第1図および第2図は従来の半導体レーザの一

例を示す横断面図。第3図および第4図(a)は各々本発明による発光装置の実施例を示す横断面図。同図(b), (c)はその $x$ および $n$ の分布を示す図である。

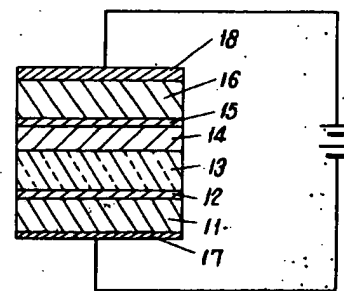
21……GaAs基板、22, 32……グレード層、23, 33…… $n$ 型クラッド層、24, 34……活性層、25, 35…… $p$ 型クラッド層、26, 27, 36, 37……オーム性電極、31……GaP基板。

代理人の氏名 弁理士 中尾 敏 男 ほか1名

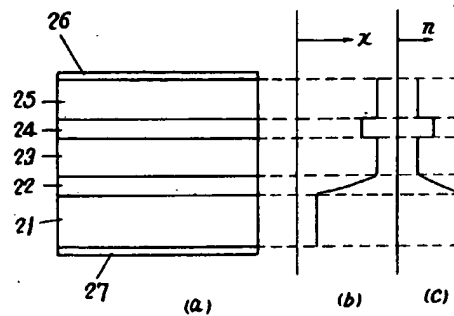
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

